

BAB 2

LANDASAN TEORETIS

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Deskripsi *Lichenes*

2.1.1.1 Pengertian *Lichenes*

Lichenes adalah tumbuhan epifit pada pohon-pohon, di atas tanah, merupakan spesies indikator terbaik yang menyerap sejumlah besar kimia dari air hujan dan polusi udara, sensitif terhadap racun sehingga berguna sebagai indikator peringatan dini untuk memantau kesehatan lingkungan (Hardini, Yunita, 2010). Menurut Hamid, Syamsudin (2010) “*Lichenes* adalah lumut kerak ; persatuan dari jamur dan ganggang yang bersimbiosis, hidup sebagai epifit pada kulit kayu, batu batuan dan sebagainya”. Campbell (Sudrajat, Wendi, 2013) *Lichenes* atau lumut kerak adalah asosiasi simbiotik yang tersusun atas berjuta-juta mikroorganisme fotosintetik (*fotobion*) yang bersatu dalam jaringan hifa fungi (*mikobion*). Sekilas, *licheneses* sering kali tertukar dengan lumut atau tumbuhan sederhana lainnya yang tumbuh diatas batu, kayu yang busuk dan atap. Padahal *lichenes* bukan lumut daun atau jenis tumbuhan lain. *Lichenes* juga bukan merupakan organisme individual, melainkan suatu asosiasi simbiotik dari berjuta-juta mikroorganisme fotosintetik yang disatukan dalam jaringan hifa fungi (Campbell *et.al.*,2003).

Lichenes merupakan gabungan dua organisme yaitu antara fungi (jamur) dan organisme fotosintetik yang disebut ganggang (alga), sehingga secara morfologi dan fisiologi merupakan satu kesatuan. Ganggang mampu menghasilkan makanan untuk jamur sebab warna hijau yang dimilikinya membuat ganggang dapat melakukan proses fotosintesis/memasak makanan. Sementara itu, jamur berperan memberi perlindungan terhadap kekeringan.

Berbeda dari lumut biasa yang tumbuh di tempat yang lembab, *lichenes* bisa tumbuh di tempat-tempat yang sulit, tempat yang sangat dingin dan kering. *Lichenes* biasanya hidup secara epifit pada pohon-pohonan, tetapi dapat juga hidup di atas tanah, terutama di daerah sekitar kutub utara, di atas batu cadas, di tepi pantai dan juga di gunung-gunung yang tinggi (Antika, Maya Anjelir :2012).

Lichenes sekilas setipe dengan tumbuhan lumut. Tapi jika diperhatikan dengan seksama maka *lichenes* merupakan suatu bentuk *life form* yang unik (khas). *Lichenes* merupakan suatu komposisi organisme yaitu jamur dan alga atau sianobakteri. Dua jenis organisme ini hidup saling berhubungan yang dinamakan simbiosis, alga menyediakan energi melalui proses fotosintesis dan jamur menyediakan tempat perlindungan bagi alga (Roziaty, Efri : 2016).

Lichenes adalah pionir penting yang ikut berperan dalam pembentukan tanah dan bersifat endolitik karena dapat masuk pada bagian pinggir batu. Bukan hanya tumbuh di batu, *lichenes* ini menjadikan batu tersebut lapuk. Berdasarkan prosesnya, *lichenes* ini menghasilkan asam, dan kemudian asam itu melubangi batu dan lama kelamaan memecahnya. Begitu batu menjadi butiran tanah, tumbuhan lain pun bisa tumbuh di sana. Itulah sebabnya *lichenes* disebut juga sebagai tumbuhan perintis. *Lichenes* ini bahkan mampu tumbuh di tengkorak binatang yang mati.

Dalam hidupnya, *lichenes* tidak memerlukan syarat hidup yang rumit dan mampu bertahan terhadap kekurangan air dalam jangka waktu yang lama. *Lichenes* tumbuh sangat lambat dan umurnya pun panjang. *Lichenes* yang hidup pada batuan dapat menjadi kering karena teriknya matahari, tetapi tumbuhan ini tidak mati atau dapat dikatakan dormansi, dan jika turun hujan dapat hidup kembali. Pertumbuhan *thallus* nya sangat lambat ditandai dengan pertumbuhan dalam waktu 1 tahun tidak lebih dari 1 cm. Tubuh buah

baru terbentuk setelah mengadakan pertumbuhan vegetatif bertahun-tahun.

Salah satu hal yang tidak disukai oleh *lichenes* ini adalah udara dan air yang mengandung racun. Itulah sebabnya kita tidak dapat menjumpai *lichenes* ini tumbuh di dekat pabrik-pabrik atau sumber pencemar lainnya. Karena sifatnya yang peka terhadap zat pencemar, *lichenes* sering digunakan sebagai penunjuk adanya pencemaran udara di suatu daerah atau disebut dengan bio indikator. Menurut Roziaty, Efri (2016) berpendapat bahwa “*Lichenes* dapat hidup bergantung pada kelembaban atmosfer: hujan, kabut & embun untuk pertumbuhan”.

2.1.1.2 Struktur Talus *Lichenes*

1) Struktur Bagian luar Talus (Morfologi)

Menurut Dharma (Antika, Maya Enjelir 2012), “talus adalah istilah umum untuk bagian vegetatif tumbuh-tumbuhan tak berpembuluh (*non-vascular*) khususnya tumbuhan yang belum dapat dibedakan antara organ akar, batang, dan daunnya”. Tubuh *lichenes* yang dikenal dengan istilah talus secara vegetatif mempunyai kemiripan dengan alga dan jamur. Talus ini berwarna abu-abu atau abu-abu kehijauan. Beberapa spesies ada yang berwarna kuning, orange, coklat atau merah dengan habitat yang bervariasi. Bagian tubuh yang memanjang secara seluler dinamakan hifa. Keberadaan talus dapat terangkat atau tegak lurus dari substratnya, terjumbai, menggantung atau tubuh dapat juga terlihat secara rapat atau jarang pada substrat. Menurut Antika, Maya Anjelir (2012), Berdasarkan bentuknya, *lichenes* dibedakan menjadi empat bentuk :

a) *Crustose*

Lichenes yang termasuk ke dalam bentuk *crustose* memiliki *thallus* yang berukuran kecil, datar, tipis dan selalu melekat ke permukaan batu, kulit pohon atau di tanah.

Lichenes yang termasuk jenis ini susah untuk mencabutnya tanpa merusak substratnya. *Lichenes crustose* yang tumbuh terbenam di dalam batu hanya bagian tubuh buahnya yang berada di permukaan yang disebut endolitik dan yang tumbuh terbenam pada jaringan tumbuhan disebut endoploidik atau endoploidial. Contoh *lichenes* yang termasuk ke dalam bentuk crustose seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.1 antara lain: *Haematomma puniceum* (A), *Graphis lineola* (B), *Acarospora* atau *Pleopsidium*.



A

B

Gambar 2.1

Contoh *lichenes* yang termasuk bentuk *Crustose*.

(A) *Haematomma sp*

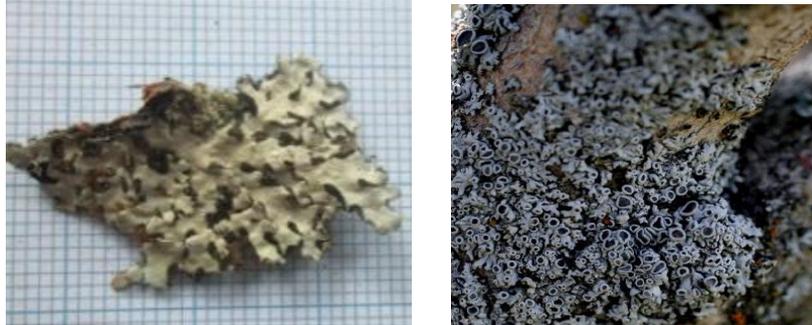
(https://media.eol.org/content/2009/09/17/04/43629_orig.jpg);

(B) *Graphis lineola* (Atika, 2015)

b) *Foliose*

Lichenes yang tergolong ke dalam bentuk *foliose* memiliki struktur seperti daun yang tersusun oleh lobus-lobus. *Lichenes* ini relatif lebih longgar melekat pada substratnya. *Thallus* nya datar, lebar, banyak lekukan seperti daun yang mengkerut berputar. Bagian permukaan atas dan bawah berbeda. *Lichenes* ini melekat pada batu, ranting dengan rhizines. Rhizines ini juga berfungsi sebagai alat untuk mengabsorpsi makanan. Contoh *lichenes* yang tergolong foliose seperti yang di tampilkan pada Gambar 2.2

antara lain : *Parmelia* (A), *Physcia* (B), *Peltigera* (C) ,
Xantoria.



A

B



C

Gambar 2.2

Contoh lichenes yang termasuk bentuk *Foliose*

(A) *Parmelia squarosa* (Atika, 2015); (B) *Physcia aipolia* (Vries, 2008); (C) *Peltigera rufescens* (vries,2008).

c) ***Fruticose***

Thallus nya berupa semak dan memiliki banyak cabang dengan bentuk seperti pita. *Thallus* tumbuh tegak atau menggantung pada batu, daun-daunan atau cabang pohon. Tidak terdapat perbedaan antara permukaan atas dan bawah. Contoh *lichenes* yang tergolong *fruticose* seperti yang di tampilkan pada Gambar 2.3 antara lain: *Usnea* (A), *Ramalina* (B) dan *Cladonia* (C).





Gambar 2.3

Contoh *lichenes* yang termasuk bentuk *Fruticose*.

(A) *Usnea* (Nimis, 2009); (B) *Ramalina caricalis* (Nimis, 2009);
(C) *Cladonia subcervicornis* (Nimis, 2009).

d) *Squamulose*

Lichenes ini memiliki lobus-lobus seperti sisik, lobus ini disebut squamulus yang biasanya berukuran kecil dan saling bertindih dan sering memiliki struktur tubuh buah yang disebut podetia. Contoh *lichenes* yang termasuk ke dalam bentuk *squamulose* seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.4.



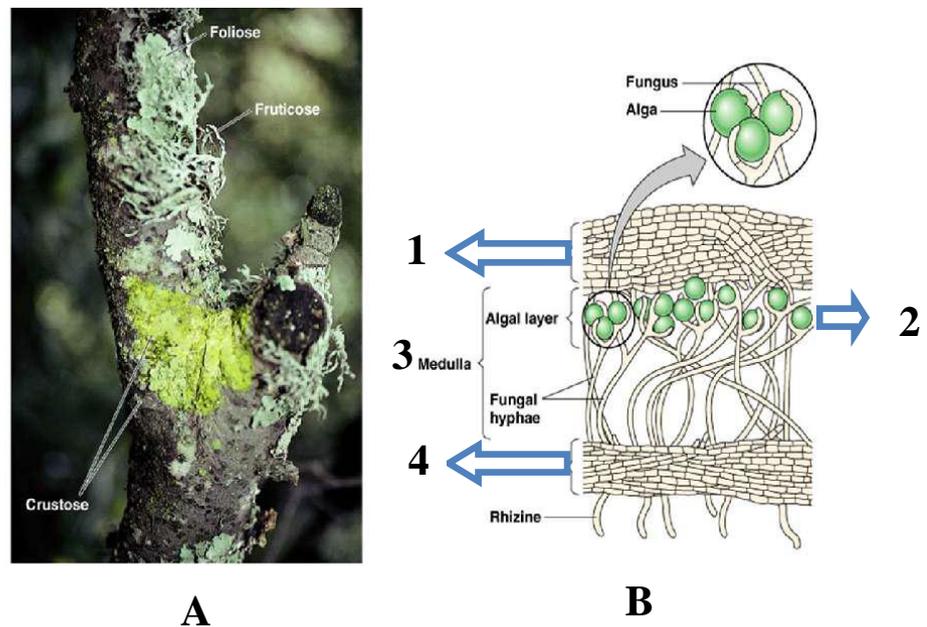
Gambar 2.4

Psora pseudorusselli

(Sumber : Antika, 2012)

2) Struktur bagian dalam (Anatomi)

Untuk mengetahui struktur dalam (anatomi) *lichenes* lebih jelas dapat diwakili oleh jenis *foliose*, karena jenis ini mempunyai empat bagian tubuh yang dapat diamati secara jelas seperti yang terdapat pada gambar 2.5 yaitu :



Gambar 2.5

(A) *Thallus*, (B) struktur anatomi *Lichenes*

(Sumber : Antika, 2012)

1. Korteks atas

Pada Gambar 2.5, bagian yang ditunjukkan oleh nomor 1 disebut dengan korteks atas. Lapisan tersebut disebut sebagai lapisan hifa fungi, terdiri atas jalinan yang padat disebut *pseudoparenchyma* dari hifa jamurinya. Sel ini saling mengisi dengan material yang berupa gelatin. Bagian ini tebal dan berguna untuk perlindungan. Lapisan teratas disebut sebagai lapisan hifa fungi. Lapisan ini tidak memiliki ruang antar sel dan jika ada maka ruang antar sel biasanya diisi oleh gelatin. Pada beberapa jenis *lichenes* yang bergelatin, kulit atas juga kekurangan satu atau beberapa sel tipis. Namun, permukaan tersebut dapat ditutupi oleh epidermis. Secara umum, lapisan atas alga diketahui dapat menerima cahaya sinar matahari. Simbiosis yang terjadi mengakibatkan kedua komponen tersebut saling tergantung satu sama lain. *Lichenes* dapat mengabsorpsi air dari hujan, aliran permukaan, dan embun.

2. Lapisan Alga

Sebagaimana yang terdapat pada Gambar 2.5, bagian yang ditunjukkan oleh nomor 2 disebut dengan lapisan alga. Lapisan ini tepat berada dibawah lapisan korteks atas. Lapisan ini merupakan lapisan biru atau biru hijau yang terletak di bawah korteks atas yang terdiri atas lapisan *gonidial*.. Bagian ini terdiri dari jalinan hifa yang longgar fungi yang bercampur dengan alga. Diantara hifa-hifa itu terdapat sel-sel hijau, yaitu *Gleocapsa*, *Nostoc*, *Rivularia* dan *Chrorella*. Lapisan *thallus* untuk tempat fotosintesa disebut lapisan gonidial sebagai organ reproduksi. Berdasarkan penyebaran lapisan alga pada *thallus* nya, *lichenes* telah diklasifikasikan menjadi dua katagori yaitu *homoimerus* dan *heteromerous*.

3. Medulla

Sebagaimana yang terdapat pada Gambar 2.5, bagian yang di tunjukan oleh nomor 3 disebut dengan medulla. Lapisan ini terdiri dari lapisan hifa yang berjalanan membentuk suatu bagian tengah yang luas dan longgar. Hifa jamur pada bagian ini tersebar ke segala arah dan biasanya mempunyai dinding yang tebal. Hifa pada bagian yang lebih dalam lagi tersebar di sepanjang sumbu yang tebal pada bagian atas dan tipis pada bagian ujungnya. Dengan demikian lapisan tadi membentuk suatu untaian hubungan antara dua pembuluh. Lapisan ini akan memberikan kekuatan dan penghubung antara lapisan bawah dan atas atau bagian luar dan dalam *thallus*.

4. Korteks bawah

Sebagaimana yang terdapat pada Gambar 2.5, bagian yang di tunjukan oleh nomor 4 adalah lapisan korteks bawah. Lapisan ini terdiri dari struktur hifa yang sangat padat dan membentang secara vertikal terhadap permukaan *thallus* atau sejajar dengan kulit bagian luar. Korteks bawah ini sering berupa sebuah akar (*rhizines*). Ada beberapa jenis *lichenes* tidak mempunyai korteks bawah. Dan bagian ini digantikan oleh lembaran tipis yang terdiri dari *hypothallus* yang fungsinya sebagai proteksi.

2.1.1.3 Klasifikasi *Lichenes*

Lichenes sangat sulit untuk diklasifikasikan karena merupakan gabungan dari alga dan fungi serta sejarah perkembangan yang berbeda. Berdasarkan klasifikasi yang dikemukakan oleh Ruggiero *et.al.*, (2015), dan Nash, Thomas (2008) *lichenes* di klasifikasikan ke dalam kerajaan fungi, dengan perincian sebagai berikut:

Kingdom: Fungi

Divisi: Ascomycota

Kelas: Sordariomycetes

Ordo: Arthoniales

Famili: Arthoniaceae

Genus: *Amazonomyces*, *Arthonia*,
Helminthocarpon, *Arthothelium*, *Coniarthonia*,
Cryptothecia, *Paradoxomyces*, *Sporostigma*,
Stirtonia.

Famili: Chrysotrichaceae

Genus: *Byssocaulon*, *Chrysotrix*

Famili: Rocellaceae

Genus: *Ancistrospora*, *Bactrospora*, *Rocella*,
Tania, *Camanchaca*, *Chiodecton*, *Combea*,
Cresponea, *Dendrographa*, *Dichosporidium*,
Diplogramma, *Dirina*, *Dolichocarpus*,
Enterodictyon, *Enterographa*, *Erythroducton*,
Feigeana, *Follmanniella*, *Gorgadisea*,
Graphidastra, *Haplodina*, *Hubbsia*, *Ingaderia*,
Lecanactis, *Lecanographa*, *Llimonaea*,
Mazosia, *Melampylidium*, *Minksia*, *Opegrapha*,
Pentagenella, *Pseudolecanactis*, *Pulvinodecton*,
Roccellaria, *Roccellina*, *Roccellographa*,
Sagenidiopsis, *Sagenidium*, *Schismatomma*,
Schizopelte, *Sclerophyton*, *Sigridea*,
Simonyella, *Streimannia*, *Syncesia*.

Ordo: Pleosporales

Famili: Arthopyreniaceae

Genus: *Arthopyrenia*

Famili: Dacampiaceae

Genus: *Dacampia*

Famili : Microtheliopsidaceae

Genus : *Microtheliopsis*

Famili : Naetrocymbaceae

Genus : *Naetrocymbe*

Famili : Pyrenothricaceae

Genus : *Pyrenothrix*

Ordo: Lichinales

Famili: Gloeopheppiaceae

Genus: *Gloeopheppia*, *Gudelia*, *Pseudopeltula*

Famili: Heppiaceae

Genus: *Corynecystis*, *Epiphloea*, *Heppia*,
Pseudoheppia.

Famili: Lichinaceae

Genus: *Anema*, *Calotrichopsis*, *Cryptothele*,
Digitothyrea, *Edwardiella*, *Ephebe*, *Euopsis*,
Finkia, *Gonohymenia*, *Gyrocollema*,
Harpidium, *Jenmania*, *Lecidopyrenopsis*,
Lemmopsis, *Lempholemma*, *Leprocollema*,
Lichina, *Lichinella*, *Lichinodium*, *Mawsonia*,
Metamelanea, *Paulia*, *Peccania*,
Phloeopeccania, *Phylliscidiopsis*,
Phylliscidium, *Phyllisciella*, *Phylliscum*,
Porocyphus, *Pseudeopaulia*, *Psorotichia*,
Pterygiopsis, *Pyrenocarpon*, *Pyrenopsis*,
Stromatella, *Synalissa*, *Thelignya*, *Thermutis*,
Thermutopsis, *Thyrea*, *Zahlbrucknerella*.

Famili: Peltulaceae

Genus: *Neoheppia*, *Peltula*, *Phyllopeltula*

Kelas: Lecanoromycetes

Ordo: Acarosporales

Famili: Acarosporaceae

Genus: *Acarospora*, *Polusporina*, *Sarcogyne*,
Timdalia, *Glypholecia*, *Lithoglypha*,
Pleopsidium, *Polysporin*, *Thelocarpella*.

Famili: Candelariaceae

Genus: *Candelaria*, *Candelariella*, *Candelina*,
Placomaronea.

Ordo: Agyriales

Famili: Agyriaceae

Genus: *Amylora*, *Anzina*, *Orceolina*, *Placopsis*,
Aspiciliopsis, *Coppinsia*, *Lithographa*,
Placynthiella, *Ptychographa*, *Rimularia*,
Trapelia, *Trapeliopsis*, *Xylographa*.

Famili : Anamylopsoraceae

Genus : *Anamylopsora*

Famili : Schaereriaceae

Genus : *Schaereria*

Famili : Graphidaceae.

Genus : *Fissurina*, *Glaucinaria*, *Glyphis*,
Graphis

Ordo : Lecanorales

Famili : Cetradoniaceae

Genus : *Cetradonia*.

Famili : Squamarinaceae.

Genus : *Squamarina*.

Famili : Parmeliaceae.

Genus : *Omphalora*, *Oropogon*,
Pannoparmelia, *Parmelia*, *Parmelina*,
Parmeliopsis

Pengelompokan *lichenes* lainnya, didasarkan pada aspek-aspek seperti komponen cendawan yang menyusunnya, alga yang menyusun *thallus*, tipe *thallus* dan kejadiannya.

1) Berdasarkan Komponen Cendawan yang Menyusunnya

a) Ascolichenes

Apabila cendawan penyusunnya tergolong *Pyrenomycetales*, maka tubuh buah yang dihasilkan berupa peritesium Contoh : *Dermatocarpon* dan *Verrucaria*. Dan jika cendawan penyusunnya tergolong *Discomycetes licheneses* membentuk tubuh buah berupa apothecium yang berumur panjang, bersifat seperti tulang rawan dan mempunyai askus yang berdinding tebal contoh : *Usnea* yang berbentuk semak kecil dan banyak terdapat pada pohon-pohon dalam hutan, lebih-lebih di daerah pegunungan, dan *Parmelia* yang berupa lembaran-lembaran seperti kulit yang hidup pada pohon-pohon dan batu-batu. Dalam kelas *Ascolicheneses* ini dibangun juga oleh komponen alga dari famili : *Mycophyceae* dan *Chlorophyceae* yang bentuknya berupa gelatin. Genus dari *Mycophyceae* adalah : *Scytonema*, *Nostoc*, *Rivularia*, *Gleocapsa* dan lain-lain. Dari *Chlorophyceae* adalah *Protococcus*, *Trentopohlia*, *Cladophora* dan lainnya.

b) Basidiolichenes

Kebanyakan mempunyai *thallus* berbentuk lembaran-lembaran. Pada tubuh buah terbentuk lapisan himenium yang mengandung basidium, menyerupai tubuh buah *Hymenomycetales*. Berasal dari jamur *Basidiomycetes* dan alga *Mycophyceae*, *Basidiomycetes* yaitu dari famili : *Thelephoraceae* dengan tiga genus *Cora*, *Corella* dan *Dyctionema*.

c) Lichenes Imperfect

Detromucetes fungi, steril. Contoh : *Cystocoleus*, *Lepraria*, *Leprocanlon*, *Normandia*, dan lainnya.

2) Berdasarkan Alga yang Menyusun Talus

a) Homoimerus

Sel alga dan hifa jamur tersebar merata pada talus. Komponen alga mendominasi dengan bentuk seperti gelatin, termasuk dalam *Mycophyceae*. Contoh : *Ephebe*, *Collema*.

b) Heteromeros

Sel alga terbentuk terbatas pada bagian atas talus dan komponen jamur menyebarkan terbentuknya talus, alga tidak berupa gelatin *Chlorophyceae*. Contoh : *Parmelia*.

3) Berdasarkan Tipe Talus dan Kejadiannya

a) Crustose atau Crustaceous

Merupakan lapisan kerak atau kulit yang tipis di atas batu, tanah atau kulit pohon. Seperti *Rhizocarpon* pada batu, *Lecanora* dan *Graphis* pada kulit kayu. Mereka terlihat sedikit berbeda antara bagian permukaan atas dan bawah.

b) Fruticose atau Filamentous

Lichenes semak, seperti silinder rata atau seperti pita dengan beberapa bagian menempel pada bagian dasar atau permukaan. Talus bervariasi, ada yang pendek dan panjang, rata, silindris atau seperti janggut atau benang yang menggantung atau berdiri tegak. Bentuk yang seperti telinga tipis yaitu *Ramalina*. Jenis *licheneses* yang panjang menggantung seperti *Usnea* dan *Alecto*.

2.1.1.4 Habitat dan Persebaran *Lichenes*

Lichenes mampu hidup tidak hanya tumbuh pada pohon-pohonan, tetapi juga di atas tanah, bebatuan, daun, terutama pada daerah tundra di sekitar kutub utara. Lokasi tumbuhnya dapat di atas maupun di dalam batu dan tidak terikat pada tingginya tempat di atas permukaan laut. *Lichenes* dapat ditemukan dari tepi pantai sampai di atas gunung-gunung yang tinggi. *Lichenes* yang ada pada pohon

umumnya tumbuh pada batang atau bagian batang yang lebih rendah. Berdasarkan perbedaan habitatnya *lichenes* dapat dibagi menjadi 3 kategori, yaitu :

- 1) *Saxicolous* adalah jenis *lichenes* yang hidup di batu. Menempel pada substrat yang padat dan di daerah dingin.
- 2) *Corticolous* adalah jenis *lichenes* yang hidup pada kulit pohon. Jenis ini sangat terbatas pada daerah tropis dan subtropis, yang sebagian besar kondisi lingkungannya lembab.
- 3) *Terricolous* adalah jenis *lichenes* terestrial, yang hidup pada permukaan tanah.

Lichenes yang telah teridentifikasi di Indonesia di antaranya: *Lecidea*, *Parmelia*, *Lecanora*, *Ramalina*, *Graphis*, *Trentepohlia*, *Loxospora*, *Arthonia* (Hardini, Yunita, 2010). *Dirinaria sp*, *Lecidella elaeochroma*, *Arthonia illicina*, *rubrocincta*, *Arthonia rubrocincta* (Roziaty, Efri, 2016). *Parmelia*, *Graphis*, *Chrysothrix*, *Genus 1*, *Genus 2*, *Genus 3* (Sudrajat, Wendi, 2013).

2.1.1.5 Pengaruh Faktor Lingkungan bagi *lichenes*

1) Ketinggian

Faktor ketinggian sangat berpengaruh pada pertumbuhan suatu tanaman karena faktor ketinggian sangat berhubungan erat dengan faktor lingkungan yang lain. Ketinggian tempat ini sangat mempengaruhi iklim, terutama curah hujan dan suhu udara. Curah hujan sangat berkorelasi positif dengan ketinggian, sedangkan suhu udara sangat berkorelasi negatif dengan ketinggian.

Keanekaragaman hayati atau biodiversitas adalah semua kehidupan di bumi baik tumbuhan, hewan, jamur dan mikroorganisme serta berbagai materi genetik yang dikandungnya dan keanekaragaman sistem ekologi dimana mereka hidup. Hutan tropik adalah bioma yang berupa hutan yang selalu basah atau lembab. Hutan tropis bisa diartikan sebagai hutan yang terletak di daerah tropis yang memiliki curah hujan tinggi. Hutan basah ini

tumbuh didataran rendah hingga ketinggian sekitar 1.200 mdpl (Utari, Ratih Tri :2017).

Ketinggian mempengaruhi keanekaragaman hayati. Pada dataran rendah, keanekaragaman hayati lebih tinggi dibanding dengan dataran tinggi. Dengan semakin bertambahnya ketinggian, kelimpahan spesies akan berkurang secara bertahap. Ketinggian bersama faktor lain seperti iklim dan kesuburan tanah akan menentukan kekayaan spesies pada tingkat habitat.

2) Suhu udara

Pertumbuhan *lichenes* dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, antara lain suhu udara, kelembaban udara dan kualitas udara. *Lichenes* memiliki kisaran toleransi suhu yang cukup luas. *Lichenes* kerak dapat hidup baik pada suhu yang sangat rendah atau pada suhu yang sangat tinggi. *Lichenes* akan segera menyesuaikan diri bila keadaan lingkungannya kembali normal. Menurut Roziaty, Efri (2016), “Bahwa di udara terdapat komponen variasi uap air dan karbondioksida (CO₂). Variasi ini dipengaruhi juga oleh faktor cuaca dan suhu udara”. Kansri (2003) menyatakan “keanekaragaman jenis *lichenes* di Bangkok akan berkurang sejalan dengan semakin dekatnya jarak *lichenes* dengan sumber pencemar”.

3) Kelembaban udara

Kelembaban merupakan konsentrasi uap air diudara untuk menggambarkan kondisi lingkungan basah keringnya pada suatu tempat. Menurut Pratiwi (Antika, Maya Enjelir, 2012) “Walaupun *lichenes* tahan pada kekeringan dalam jangka waktu yang cukup panjang, namun *lichenes* tumbuh dengan optimal pada lingkungan yang lembab”. *Lichenes* sangat menyukai kondisi pada kelembaban 40-69% (Utari : 2017). Hasil penelitian yang di lakukan oleh Roziaty, Efri (2016), menjelaskan “*Lichenes* dapat hidup bergantung pada kelembaban atmosfer : hujan, kabut & embun

untuk pertumbuhan. Karena *lichenes* menyerap udara untuk kelangsungan hidupnya”.

4) **Kualitas Udara**

Kemampuan *lichenes* untuk merespon perubahan yang ditimbulkan oleh kondisi lingkungan menyebabkan *lichenes* dapat dipakai sebagai bioindikator untuk pencemaran udara. Beberapa jenis *lichenes* bersifat sensitif terhadap polutan di udara sehingga jarang ditemukan pada daerah tercemar. Jenis – jenis yang lebih toleran dapat mengakumulasi polutan dalam jumlah tertentu sampai batas konsentrasi yang masih dapat ditolerir. Hal tersebut dijelaskan oleh Simonson (Antika, Maya Enjelir, 2012) yang menyatakan bahwa “berdasarkan objek penelitian yang telah dilakukan beberapa jenis *lichenes* dapat menjadi indikator dalam waktu pendek karena pertumbuhannya yang lambat dan di dalam sel terdapat bahan campuran dari polusi yang telah ada”. Berdasarkan hal inilah maka kualitas udara sangat mempengaruhi pertumbuhan dan persebaran *lichenes* pada suatu tempat.

Perubahan lingkungan khususnya kualitas udara umumnya disebabkan karena pencemaran udara, yaitu masuknya zat – zat pencemar (berbentuk gas – gas dan partikel kecil/aerosol) ke dalam udara. Masuknya zat pencemar ke dalam udara dapat terjadi secara alamiah, misalnya karena asap (emisi gas buang). Gas – gas buangan ini utamanya disebabkan oleh transportasi, industri, sampah, proses dekomposisi atau pun pembakaran baik pembakaran industri dan domestik (Roziaty, Efri, 2016). Semakin tinggi pencemaran di udara akan berpengaruh terhadap keanekaragaman, fisiologis, genetis, dan kemampuan *lichenes* dalam mengakumulasi zat pencemar di udara (Barreno, 2003).

2.1.1.6 Bioindikator

Menurut Hardini, Yunita (2010), bahwa “banyak diantara *lichenes* tidak dapat bertahan terhadap polusi udara, sensitif terhadap

sulfur dioksida dan racun udara lainnya”. Senada yang dilakukan oleh Hardini, Yunita (2010), Kansri (2003) menyatakan “keanekaragaman jenis *lichenes* di Bangkok akan berkurang sejalan dengan semakin dekatnya jarak *lichenes* dengan sumber pencemar”. Bioindikator atau *Biological indicator* merupakan organisme atau komunitas, yang reaksinya dianggap mampu mengevaluasi situasi atau kondisi yang memberitahukan adanya “sesuatu” dalam suatu ekosistem. Bioindikator mengindikasikan bahwa adanya benda –benda asing seperti bahan – bahan fisika dan kimia (Roziaty, Efri (2016).

Lichenes diketahui merupakan organisme yang peka terhadap pencemaran udara. Jika kualitas udara di suatu lingkungan telah tercemar maka beberapa jenis *lichenes* akan menghilang seiring dengan meningkatnya konsentrasi polusi di udara. *Lichenes* dapat mengindikasikan atau mencirikan polusi udara khususnya yang berasal dari emisi kendaraan bermotor. Dengan adanya pencemar di udara akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan *lichenes*. Selain itu, terjadi juga penurunan jumlah jenis (genus) *lichenes* yang dapat dijadikan indikator pencemaran udara.

2.2 Penelitian Yang Relevan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Roziaty, Efri (2016), menyimpulkan bahwa terdapat “keanekaragaman *lichenes* yang variatif di setiap zona yang menjadi penelitian”. Selain itu, Hardini, Yunita (2010), menyimpulkan bahwa “banyak diantara *lichenes* tidak dapat bertahan terhadap polusi udara, sensitif terhadap sulfur dioksida dan racun udara lainnya”. Adapun penelitian yang dilakukan oleh Roziaty, efri (2016), menyimpulkan bahwa “berdasarkan substrat tempat tumbuhnya, *lichenes* dibagi menjadi 5, yaitu *Corticolous* (*lichenes* yang tumbuh di permukaan pohon), *Follicolous* (*lichenes* yang tumbuh di permukaan daun), *Saxicolous* (*lichenes* yang tumbuh di permukaan batu), *Terricolous* (*lichenes* yang tumbuh di tanah), dan *Musicolous* (*lichenes* yang tumbuh dengan lumut)”. Sedangkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Asih, Senjha Mutiara (2013)

menyimpulkan bahwa “komunitas *lichenes* sangat di pengaruhi oleh kondisi iklim mikro pada suatu wilayah”. Senada yang dilakukan oleh Hardini, Yunita (2010), Kansri (2003) menyatakan “keanekaragaman jenis *lichenes* di bangkok akan berkurang sejalan dengan semakin dekatnya jarak *lichenes* dengan sumber pencemar”. Berdasarkan beberapa penelitian, di temukan jenis *lichenes* yang telah teridentifikasi di indonesia diantaranya: *Lecidea*, *Parmelia*, *Lecanora*, *Ramalina*, *Graphis*, *Trentepohlia*, *Loxospora*, *Arthonia* (Hardini, Yunita, 2010). *Dirinaria sp*, *Lecidella elaeochroma*, *Arthonia illicina*, *rubrocincta* , *Arthonia rubrocincta* (Roziaty, Efri, 2016). *Parmelia*, *Graphis*, *Chrysothrix*, *Genus 1*, *Genus 2*, *Genus 3* (Sudrajat, Wendi, 2013).

2.3 Kerangka Berpikir

Lichenes merupakan organisme epifit yang bisa hidup di pohon-pohon, tanah, bebatuan dan merupakan spesies terbaik yang mampu menyerap sebagian zat besar kimia dan polusi udara. Keberadaan *lichenes* sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan, salah satunya adalah pencemaran udara. Ketika tingginya pencemaran di udara akan berpengaruh terhadap keanekaragaman, fisiologi, genetik, dan kemampuan *lichenes* dalam mengakumulasi zat pencemar udara. Begitupun dengan jumlah keanekaragaman *lichenes* pada suatu tempat atau daerah dipengaruhi oleh tingkat pencemaran udara.

Perhatian kita terhadap tumbuhan tingkat rendah ini sangatlah rendah, sehingga kita tidak bisa mengetahui manfaat dari beberapa jenis *lichenes* itu sendiri. Bahkan penelitian terhadap *lichenes* pun sangat sulit ditemukan, padahal manfaat dari *lichenes* itu sendiri sangatlah besar bagi mahluk hidup dan ekosistem, salah satu di antaranya *parmelia* yang dapat membantu proses pelapukan batuan menjadi tanah dengan cara memproduksi asam yang mampu melapukan batuan. *Lichenes* juga bermanfaat sebagai obat-obatan, misalnya, *Cetraria islandica* diindikasikan untuk perawatan iritasi pada mulut dan tenggorokan, kehilangan selera makan, pilek, batuk kering, dan bronkitis. Selain itu, *lichenes* juga dijadikan sebagai bioindikator pencemaran lingkungan, karena satu hal yang tidak disukai *lichenes* adalah

udara dan air yang mengandung racun. Sehingga kita tidak dapat menjumpai *lichenes* tumbuh di dekat pabrik-pabrik atau sumber pencemar lainnya.

Berdasarkan uraian di atas, maka diduga adanya pengaruh ketinggian terhadap morfologi dan keanekaragaman. Sebelumnya, belum ada penelitian tentang *lichenes* di wilayah Tasikmalaya, sehingga inventarisasi data *lichenes* sangat minim bahkan tidak ada. Gunung Galunggung menjadi salah satu tempat penelitian untuk mengetahui jumlah *lichenes* di Tasikmalaya.